云南植物研究 2005，27 (6)：605～612
Acta Botanica Yunnanica

# 麻疯树种子的研究进展

**邓志军**[1]，**程红焱**[2]，**宋松泉**[1]

(1 中国科学院西双版纳热带植物园，云南 勐腊 666303；2 中国科学院植物研究所，北京 100093)

**摘要**：麻疯树（*Jatropha curcas* L.）为大戟科（Euphorbiaceae）麻疯树属半肉质小乔木或大灌木，具有很强的抗旱、耐贫瘠的特性。麻疯树的根、树皮、叶和种子均可入药。种子中主要含有脂肪类物质、蛋白质和萜类物质，其毒素为麻疯树毒蛋白和种子油。种仁中的含油量约为 50%，可作为理想的生物柴油；毒蛋白、种子油及其他种子提取物可作为生物农药。关于麻疯树种子的发育、脱水行为及其调控研究较少。麻疯树是一种具有重要经济价值的战略资源。

**关键词**：麻疯树；有效成分；毒性；生物柴油；生物农药；种子发育

**中图分类号**：Q 949.9　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253-2700(2005)06-0605-08

# Studies on *Jatropha curcas* Seed

DENG Zhi-Jun[1]，CHENG Hong-Yan[2]，SONG Song-Quan[1 **]

(1 *Xishuangbanna Tropical Botanical Garden*，*Chinese Academy of Sciences*，Mengla 666303，China；
2 *Institute of Botany*，*Chinese Academy of Sciences*，Beijing 100093，China)

Abstract：Physic nut (*Jatropha curcas* L.) is a semi-fleshy small tree or large shrub，belonging to Euphorbiaceae family，*Jatropha* genus，which has highly tolerance to drought and nutrient deficiency. Their roots，barks，leaves and seeds can be used as medicines. The main components are fats，proteins and terpenes，and the toxins are curcin and seed oil in physic nut seed. Oil content of kernel is about 50%，which can be used as biological diesel oil without pollution. Curcin，seed oil and other extracts from physic nut seeds can be used as biological pesticide. There are a little study on development and dehydration behaviour of the seeds，and their regulation. Physic nut is an important strategic resource with great economic value.

Key words：*Jatropha curcas*；Effective component；Toxicity；Biological diesel oil；Biological pesticide；Seed development

麻疯树（*Jatropha curcas* L.），又名小桐子、膏桐（云南）、臭桐树、黄肿树（广东）、芙蓉树、假花生（广西）、吗哄罕（傣名）、桐油树（台湾）、南洋油桐（日本），为大戟科

---

**基金项目**：中国科学院知识创新工程重要方向性项目（KSCX2-SW-117），中国科学院“百人计划”项目，云南省自然科学基金（2003C0068M），科技部国家科技基础条件平台工作项目（2004DKA30430）

**通讯作者**：Author for correspondence. E-mail：sqsong@xtbg.org.cn　Tel：0691-8715474

**收稿日期**：2005-07-07，2005-09-01 接受发表

**作者简介**：邓志军（1980-）男，硕士研究生，主要从事种子发育生物学的研究。

(Euphorbiaceae) 麻疯树属半肉质小乔木或大灌木 (林娟等, 2004)。麻疯树的原始栖息地及世界分布中心在亚洲, 尤其以亚洲中南半岛的缅甸、泰国、老挝、柬埔寨、马来西亚、印度、以及中国云贵高原南部的干热河谷地区为集中分布区 (Heller, 1996)。通常生于海拔 700～1 600 m 的平地、丘陵坡地及河谷荒山坡地。麻疯树喜光、喜暖热气候; 可在年降水量为 480～2 380 mm, 年平均气温为 18.0～28.5℃的环境下生存; 具有很强的抗旱、耐贫瘠的特性, 能在石砾质土、粗质土、石灰岩裸露地生长。处于野生状况的麻疯树, 生长迅速, 生命力强, 在原始栖息地可以形成连片的森林群落。麻疯树也有半野生状态, 多生于平地路旁的灌木丛中, 以散生或小面积的形式分布 (Heller, 1996)。

麻疯树的根、树皮、叶和种子均可入药。麻疯树种子具有清热解毒、消肿散淤等作用。种子油可用作泻药, 也可广泛用于治疗各种皮肤病以及用来减轻风湿等疾病的病痛, 但使用过量会导致腹泻和胃肠炎 (Marraquin and Blanco, 1997)。近年来发现其种子还具有显著的抗癌活性, 且在工业用油、生物病虫害防治、新药开发等方面也有着潜在的应用价值, 同时又是干热河谷地区荒山造林的优良树种, 具有广泛的开发利用前景 (Openshaw, 2000)。随着对麻疯树基础研究的逐渐深入以及许多产业化项目的实施, 将对国民经济的发展起重要的促进作用 (图 1)。

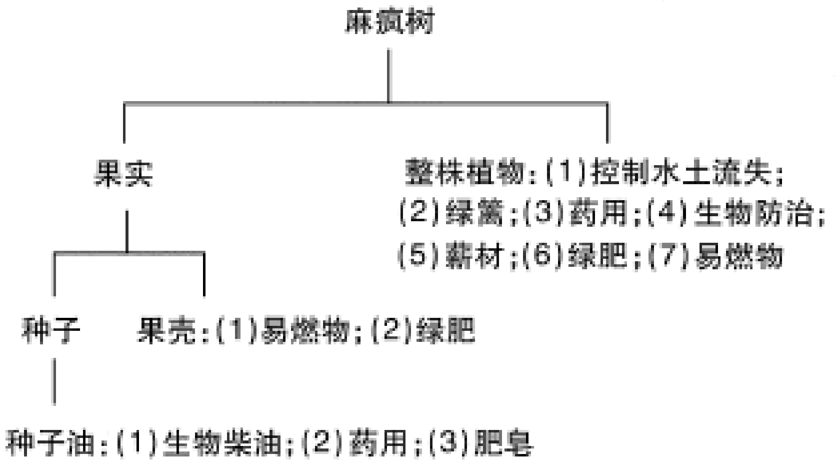
麻疯树
果实
整株植物: (1)控制水土流失; (2)绿篱; (3)药用; (4)生物防治; (5)薪材; (6)绿肥; (7)易燃物
种子
果壳: (1)易燃物; (2)绿肥
种子油: (1)生物柴油; (2)药用; (3)肥皂

图 1　麻疯树的不同利用形式

Fig. 1　Different utilization forms of *Jatropha curcas* L.

## 1　种子的主要成分

麻疯树种子中含有多种成分, 主要有脂肪类物质、蛋白质和多肽、萜类物质及一些小分子物质, 但不同的产地其物质含量不同 (表 1)。

表 1　3 个不同地区的麻疯树种子的组成成分

Table 1　Composition of physic nut seeds from three different origins

| 地点 | 种子组成 (%) | | 含量 (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 种仁 | | | | | 种子 |
| | 种壳 | 种仁 | 含水量 | 灰分 | 粗蛋白 | 粗脂肪 | 粗纤维 | 粗脂肪 |
| Fogo | 35.46 | 64.54 | 4.68 | 4.48 | 20.25 | 52.83 | 0.94 | 34.09 |
| Santiago | 44.92 | 55.08 | 3.78 | 3.83 | 23.48 | 59.78 | 1.09 | 32.90 |
| Sao Tomé | 47.74 | 49.98 | 7.79 | 6.37 | 28.44 | 46.72 | 4.23 | 23.67 |
| Mean | 42.71 | 56.53 | 5.42 | 4.89 | 24.06 | 53.11 | 2.36 | 30.22 |

(引自 Ferrao and Ferrao 1981, 1984; Ferrao *et al*, 1982)

麻疯树的脂肪类物质主要分布在种仁中, 其中棕榈酸 (palmitic acid) 为 13.3%; 棕榈油酸 (palmitoleic acid) 1.4%; 硬脂酸 (stearic acid) 8.8%; 油酸 (oleic acid) 41.6%; 亚油酸 (linoleic acid) 33.8%; 亚麻酸 (linolenic acid) 1.1% (Heller, 1996)。李维莉等 (2000) 对麻疯树种子油进行了气相色谱 质谱分析, 其化学成分见表 2。

表 2　麻疯树种子油的化学成分及其含量

Table 2　The chemical constituents and contents of seed oils from *Jatropha curcas*

| 化合物 | 保留时间 | % |
|---|---|---|
| 2-丙基癸醇（2-propyldecan-1-ol） | 11.73 | 0.95 |
| 2-辛基十二烷醇（2-octyldodecan-1-ol） | 12.53 | 0.59 |
| 邻苯二甲酸（1，2-benzenedicarboxylic acid） | 14.61 | 16.65 |
| 棕榈酸（hexadecanoic acid） | 15.16 | 18.02 |
| 2-羟基环十五酮（2-hydroxy-cyclopentadecanone） | 15.23 | 1.88 |
| 棕榈油酸（9-hexadecenoic acid） | 16.02 | 1.48 |
| 油酸（9-octadecenoic acid） | 16.30 | 44.04 |
| 亚油酸（9，12- octadecadienoic acid [Z，Z]） | 16.42 | 6.29 |
| 9，10-2 甲基蒽（anthracene 9，10-dimethyl） | 16.94 | 0.52 |
| 硬脂酸（octadecenoic acid） | 17.47 | 0.46 |

(引自李维莉等，2000)

麻疯树种子中的蛋白质含量为 18.2%，主要组分为麻疯树毒蛋白 (curcin)，它的毒性与蓖麻（*Ricinus communis*）种子的毒蛋白（ricin）和巴豆（*Croton tiglium*）种子的毒蛋白 (crotin) 相似 (Stirpe 等，1976)。Curcin 是 RNA N-糖苷酶，通过使真核生物的核糖体失活而抑制蛋白质的合成，也称为麻疯树核糖体失活蛋白 (RIPs)（林娟等，2002)。Curcin 具有抑制胃癌细胞（SGC-7901)、小鼠骨髓瘤细胞（Sp2 0）和人肝癌细胞 (Human hepatoma）的体外增殖的能力（林娟等，2003a)。Curcin 的全长 cDNA 序列（GenBank 注册号 AY069946）和基因序列（GenBank 注册号 AF 469003）已被克隆，并在大肠杆菌中表达出具有活性的 curcin 成熟蛋白和保守结构域蛋白（林娟等，2003b)。陈钰等 (2003）已从麻疯树种子中筛选到两种活性蛋白质，一种是 28 kD 的抗癌活性蛋白，该蛋白为核糖体失活蛋白，即为 curcin；另一种是 64 kD 的抗真菌活性蛋白。

从种子油中分离得到的萜类物质 12-脱氧-16-羟基佛波醇（12-deoxy-16-hydroxyphorbol）是一种活性物质，在种子油中的含量为 0.013%，对鼠耳的刺激活性的半致死剂量（$LD_{50}$）为 0.02 μg $ear^{-1}$；该物质也是一种肿瘤诱发剂，能诱发小鼠产生皮肤癌 (Adolf 等，1988；Hirota 等，1988)。另外还从种子油中分离得到了 2-丙基癸醇（2-propyldecan-1-ol)、2-辛基十二烷醇（2-octyldodecan-1-ol）和邻苯二甲酸（1，2-benzenedicarboxylic acid）等物质（李维莉等，2000)。

## 2　种子内含物的毒性和药理活性

麻疯树种子中毒性最强的物质有 curcin 和二萜酯（diterpene esters）(Makkar 等，1997)。Curcin 类似于 ricin，纯化后的 curcin 是植物界中毒性最强的毒素（Heller，1996)。Felke (1913）首先分离到了 curcin。Curcin 能抑制体外蛋白质合成（Stirpe 等，1976)。二萜类物质在麻疯树的种子（Adolf 等，1988）和根（Naengchomnong 等，1986；陈梦青等，1988）中都已分离到，并能促使老鼠的皮肤癌变。Wink（1993）的研究结果表明：(1）麻疯树种子油的油渣仍然含有大约 11%的油分，其中束缚有热稳定的有毒二萜类物质；(2）在 100℃条件下加热 30 min 不能使整粒种子和油渣中的植物凝集素（lectin）失活；(3）将种子或榨油后的油渣煮沸 5 min 可以使植物凝集素失活；(4）麻疯树种子油中不含有诱导有机体突变的物质，当工人小心操作时不会有危险。

饲喂试验表明，麻疯树种子对大鼠、小鼠、山羊、小牛和鸡均有毒（Adam and Magzoub，1975；Ahmed and Adam，1979；Liberalino 等，1988；El-Badwi 等，1995)。但 Panigrahi 等（1984）用墨西哥产的麻疯树种子做类似的试验，并没有发现大鼠和小鼠有强烈的中毒迹象。由于麻疯树种子的产地、剂量和其他因素的不同，所以要准确地比较上述饲喂试验

的结果是困难的。似乎麻疯树种子的毒性对不同的动物有不同的影响。尽管 Wink (1993) 在实验室条件下成功地进行了脱毒试验，然而麻疯树种子脱毒的可行性和可能性还必须进行大量的试验。

Oluwole 和 Bolarinwa (1997) 发现麻疯树的甲醇提取物可导致大鼠红细胞低色素贫血，主要表现在随着给药时间的延长，各项血液学指标 (红细胞数、红细胞体积、血红蛋白浓度) 持续下降，在给药 8～10 d 下降最显著；小鼠急毒实验的 $LD_{50}$ 值为 25.19 mg $kg^{-1}$。种子油也是有毒的，饲喂麻疯树种子油对大鼠的 $LD_{50}$ 为 6 ml $kg^{-1}$ (Gandhi 等，1995)；用种子油涂于兔子和小鼠的皮肤，可使皮肤发生坏死和产生枯斑。将 25 mg 种子油溶于 10 ml 盐水中，可破坏小鼠的红细胞，导致溶血作用。麻疯树果实的甲醇、石油醚提取物可使大鼠在妊娠早期，甚至在妊娠 6～8 d 时终止妊娠 (Goonasekera 等，1995)。

麻疯树种子对血吸虫的专一性宿主淡水螺也有较高的毒性，其活性成分可能是皂甙，但对其他非螺生物具有较高的安全性 (Sukumaran 等，1995)。麻疯树种子对小鸡没有毒性，用含麻疯树种子 0.5%的饲料，连续饲喂 2 周，小鸡生长正常 (El Badwi and Adam, 1992)。饲料中种子含量为 0.1%和 0.5%时，连续饲喂 4 周后，不会导致小鸡的肝、肾功能下降 (El Badwi 等，1995)。这些结果说明不同的生物对麻疯树种子的毒性反应是不同的。

麻疯树枝的水提物具有抗人类免疫缺乏症病毒 (HIV) 的效应。主要表现在对 HIV 诱导的细胞病理效应有强烈的抑制作用，对 HIV-蛋白酶 (HIV-protease) 也有一定的抑制作用；但对动物细胞没有毒性 (Matsuse 等，1999)。在抗 HIV 病毒实验中，发现麻疯树甲醇提取物能对大淋巴样干细胞产生一种适当的防护效应，以抵抗 HIV 病毒的作用 (Gupta, 1985)。麻疯树乳汁具有强烈抑制西瓜花叶病毒的活性 (Muanza 等，1995)，根的氯仿抽提物对胃粘液腺癌细胞 830 的抑制率达 79.5%，被认为是麻疯树酚酮的作用 (陈梦青等，1988)。麻疯树的提取物还具有一定的抗真菌作用，主要表现在对固孢蛙粪霉 (*Basidiobolus haptosporus*) 和蛙粪霉 (*B. ranarum*) 具有较强的抑制作用 (Nwosu and Okafor, 1995)。

## 3 生物柴油

早在 1911 年，内燃机的发明者 Diesel R. 就曾在一封信中写到："很容易被忽略的是，植物油和动物油也能直接在柴油机上使用。在 1900 年的巴黎世界展览会上，花生油就曾使一台小柴油机成功地运转，并且运转得非常好，这种燃料的改变仅被少数参观者所了解" (Kiefer, 1986)。其后在一些文献中已报道了麻疯树种子油能用作汽车发动机的燃油 (Mensier and Loury, 1950; Cabral, 1964; Takeda, 1982; Ishii and Takeuchi, 1987)。自从 20 世纪 70 年代人们认识到有限的石油资源以来，麻疯树种子油用于发动机的技术便受到了世界各国的普遍重视。更为重要的是，麻疯树种子油用作燃料时，清洁无污染，燃烧后释放的 $CO_2$ 又可被植物所吸收。此外，麻疯树具有较强的抗旱性，能够在贫瘠的半干旱地区生长，因而不会与粮食作物生产竞争土地。

在尼加拉瓜，人们将麻疯树种子油作为生物燃料，其种子含油率高达 40%，且流动性好，它与柴油、汽油、酒精的掺合性很好，相互掺合后在长时间内不分离。据报道，非洲第一家从麻疯树种子中提炼清洁生物柴油的工厂将于 2005 年年底在南非东部港口城市德班建成，预计将每天生产 22 000 L 符合欧盟标准的生物柴油。云南元阳县也把麻疯树的

种植及生物柴油的开发作为 2005 年的招商引资项目，计划种植麻疯树约 3 300 hm$^2$。最近向应海（2005，www.zfwang.cn product.asp.id）也提出利用我国原生植物“麻疯树”开发“能源农场”，从树上生产“石油”的主张。

一系列实验结果表明，从麻疯树种子中生产的新型燃料可适用于各种柴油发动机，并在闪点、凝固点、硫含量、一氧化碳排放量、颗粒值等关键技术上均优于国内零号柴油。与传统柴油相比，这种“生物柴油”除了更加清洁和高效外，还具有加工成本低廉以及可再生的优势，可在农村地区推广（四川省科技厅主持的成果鉴定，未发表资料）。野生麻疯树种仁的最高含油量约为 60%，超过油菜和大豆等常见的油料作物。目前，每亩地平均可产麻疯树干果 650 kg，可提取加工出约 180 kg 燃油（Heller，1996）。

## 4　生物防治

用麻疯树种子油以及种子油中的佛波酯（phorbol ester）来控制各种害虫，均有很好的效果（表 3）。种子碾碎后的提取物对几种携带有血吸虫的蜗牛具有杀虫活性（林娟等，2004）。麻疯树中还有些活性成分具有浸杀软体动物、杀虫和抑制真菌生长的作用，可作为防治生物病虫害的原料（Gubitz 等，1999）。Lin 等（1997）研究发现，麻疯树种子的提取物具有一定的抗软体动物 *Biomphalaria glabrata* 和湖北钉螺（*Oncomelania hupensis*）的活性。

表 3　麻疯树种子提取物的杀虫性

Table 3　Pesticidal properties of seed extracts of *Jatropha curcas*

| 昆虫的拉丁学名 | 农作物名称 | 麻疯树种子提取物 |
|---|---|---|
| *Helicoverpa armigera* | 棉花 | 种子的丙酮提取物<br>种子油水提物<br>种子油 |
| *Aphis gossypii* | 棉花 | 种子油水提物<br>种子油 |
| *Pectinophora gossypiella* | 棉花 | 种子油水提物 |
| *Empoasca biguttula*<br>(syn. *Amrasca biguttula*) | 棉花 | 种子油 |
| *Phthorimaea opercullela* | 马铃薯 | 种子油 |
| *Callosobruchus maculatus* | 豌豆 | 种子油 |
| *Callosobruchus chinensis* | 绿豆 | 种子油 |
| *Sitophilus zeamays* | 玉米 | 种子油 |
| *Sesamia calamistis* | 高粱 | 种子油和佛波醇酯 |

(引自 Heller，1996)

李静等（2004）从麻疯树种子中提取毒蛋白、种子油及其乙醇提取物，研究了它们对萝卜蚜的触杀活性。结果表明种子毒蛋白对萝卜蚜无明显的触杀活性；而种子油则对萝卜蚜表现出很强的触杀作用；种子油乙醇提取物对萝卜蚜也具有显著的触杀活性，且其杀虫活性较种子油更强。种子油乙醇提取物的田间防治试验显示，2.02 g L 乙醇提取物对萝卜蚜具有较好的田间防治效果，药后 7 d 的防治效果仍可达 72.11%。

魏琴等（2004）以植物病原真菌水稻稻瘟病菌、松赤枯病菌、玉米纹枯病菌、油菜菌核病菌为实验菌，检测了麻疯树种子中 curcin 的抗真菌活性。结果表明，5 μg ml curcin 能明显地抑制菌丝生长和孢子的产生。浓度提高到 50 μg ml 时，水稻稻瘟病菌基本上不形成孢子，对松赤枯病菌的孢子形成抑制率达 83.8%。光镜下可见处理菌丝明显缩小、变形。SDS-PAGE 显示，处理菌丝的蛋白质谱带减少。Curcin 对菌丝生长和孢子发育的阻碍作用可能与 curcin 抑制了蛋白质的合成有关。

## 5　种子的贮藏和萌发行为

关于麻疯树种子的发育和脱水行为，目前还不清楚。Ellis 等（1985）的研究指出，除三叶橡胶外，大戟科的植物种子一般为正常性种子（orthodox seeds）。正常性种子在母体植

株上经历成熟脱水，种子脱落时含水量较低，通常能被进一步干燥到1%～5%的含水量而不发生伤害；以及根据贮藏条件能够预测其寿命。

Ellis等（1985）的研究发现刚采收的麻疯树种子具有高的活力水平，但萌发率较低，认为麻疯树种子具有初生休眠特性，其他大戟科的植物种子也具有此特性。Kobilke（1989）报道吸湿回干处理或去除部分种皮可以破除休眠。本文作者的最近研究结果表明，麻疯树种子的适宜萌发温度为25℃，在25℃下种子的萌发率和萌发速率最高；去种壳的种子比未去种壳的种子萌发快，光照不影响种子的萌发率和萌发速率。

Heller（1996）从原产地采集2～6个月后的种子在20℃下未封口的塑料袋中贮藏5个月后，播种于土壤中仍然具有62%的平均萌发率；在16℃下未封口的塑料袋中贮藏7年后的种子，在实验室内的平均萌发率仍然为47%。Kobilke（1989）研究了贮藏1～24个月后的种子的活力状况，发现贮藏了15个月后的种子仍具有50%的生活力。

## 6 结语

麻疯树的整个植株均可入药，从其种子油中提炼生物柴油前景更为广阔，对于缓解日益严峻的能源危机有着不可估量的重要意义。同时，由于麻疯树是半肉质植物，在干旱季节叶片会脱落，可以很好地适应干旱和半干旱生境；对土壤的营养条件要求很低，不会与作物竞争耕地，因此麻疯树的种植，尤其是在水土流失严重的地区，具有水土保持的生态学意义。但大面积种植后对其自然生境的影响需要评价。

麻疯树种子具有毒性可从中获得一些药源先导化合物。因为直接从植物中获得高效、低毒的新药源化合物的可能性较小，而有毒植物由于其“有毒”而有很强的生物活性，如果通过对其化学成分研究找出有毒成分，再通过化学方法对其结构进行改造，是有希望获得“高效低毒”的新药源化合物。

麻疯树种子具有重要的经济价值，但关于种子发育及其调控、种子的贮藏和萌发特性、高产栽培等方面的研究还极少。因此，在进行基因组学和蛋白组学研究的基础上，通过基因工程的手段，提高麻疯树种子的产量、含油量、燃油性能以及降低种子的毒性就具有重要的理论和实践意义。

## 〔参考文献〕

Adam SEI, Magzoub M, 1975. Toxicity of *Jatropha curcas* for goats [J]. *Toxicology*, 4: 347—354

Adolf W, Opferkuch HJ, Hecker E, 1988. Irritant phorbol derivatives from four *Jatropha* species [J]. *Phytochem*, 23 (1): 129—132

Ahmed OMM, Adam SEI, 1979. Effects of *Jatropha curcas* on calves [J]. *Vet Pathol*, 16: 476—482

Cabral AL de, 1964. Utiliza ao do oleo de Purgueira como combustível (*Nota preliminar*). Missao de Estudos Agronómicos do Ultramar (Junta de Investiga ao do Ultramar) [Z]. Comunica aon, 46

Chen MQ (陈梦青), Hou LL (侯林林), Zhang GW (张国文), 1988. The diterpenoids from *Jatropha curcas* L. [J]. *Acta Bot Sin* (植物学报), 30 (3): 308—311

Chen Y (陈钰), Wei Q (魏琴), Tang L (唐琳), *et al*, 2003. Proteins in vegetative organs and seeds of *Jatropha curcas* L. and those induced by water and temperature stress [J]. *Chin J Oil Crop Sci* (中国油料作物学报), 25: 98—104

El Badwi SM, Adam SE, 1992. Toxic effects of low levels of dietary *Jatropha curcas* seed on Brown Hisex [J]. *Vet Hum Toxicol*, 34: 112—115

El Badwi SMA, Adam SEI, Hapke HJ, 1995. Comparative toxicity of *Ricinus communis* and *Jatropha curcas* in Brown Hisex chicks [J]. *Dtsch Tier rztl Wochenschr*, 102: 75—77

Ellis RH, Hong TD, Roberts EH, 1985. Handbooks for Genebanks No. 3. Handbook of Seed Technology for Genebanks. Vol. II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations [Z]. International Board for Plant Genetic Resources, Rome

Felke J, 1913. über die Giftstoffe der Samen von *Jatropha curcas*. Landw [J]. *Vers Stat*, 82: 427—467

Ferrao JEM, Ferrao AMBC, 1981. Purgueira de Cabo Verde composi ao da semente. Algumas caracteristicas da gordura [J]. *Rev Port Bioquim*, 4: 17—24

Ferrao JEM, Ferrao AMBC, 1984. Contribui ao para o estudo da semente de Purgueira (*Jatropha curcas* L.) de S. Tomé e Príncipe. 1AS [Z]. Jornadas de Engenharia dos Países de Língua Oficial Portuguesa (Lisboa), Tema 1, Comunica ao, 36

Ferrao JEM, Ferrao AMBC, Patricio MTS, 1982. Purgueira da Ilha do Fogo. Composi ao da sementa, algumas caracteristicas da gordura [Z]. Universidade Tecnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Sec ao de Agronomia Tropical. Estudos No, 14

Gandhi VM, Cherian KM, Mulky MJ, 1995. Toxicological studies on ratanjyot oil [J]. *Food Chem Toxicol*, 33: 39—42

Goonasekera MM, Gunawardana VK, Jayasena K, *et al*, 1995. Pregnancy terminationg effect of *Jatropha curcas* in rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 47: 117—123

Gubitz GM, Mittelbach M, Trabi M, 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. [J]. *Bioresour Techn*, 67: 73—82

Gupta RC, 1985. Pharmacognostic studies on Dravanti: *Jatropha curcas* [J]. *Plant Sci*, 94: 65—82

Heller J, 1996. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Physic nut (*Jatropha curcas* L.) [Z]. International Plant Genetic Resources Institute, Rome

Hirota M, Suttajit H, Suguri H, *et al*, 1988. A new tumor promoter from the seed oil of *Jatropha curcas* L., an intramolecular diester of 12-deoxy-16-hydroxyphorbol [J]. *Cancer Res*, 48: 5800—5804

Ishii Y, Takeuchi R, 1987. Transesterified curcas oil blends for farm diesel engines [J]. *Trans Am Soc Agric Eng*, 30: 605—609

Kiefer J, 1986. Die Purgiernu (*Jatropha curcas* L.) - Ernteprodukt, Verwendungsalternativen, wirtschaftliche überlegungen [Z]. Diploma thesis University Hohenheim, Stuttgart

Kobilke H, 1989. Untersuchungen zur bestandesbegründung von purgiernu (*Jatropha curcas* L.). Diploma thesis [Z]. University Hohenheim, Stuttgart

Li J (**李静**), Yan F (**颜钫**), Wu FH (**吴芬宏**), *et al*, 2004. Insecticidalactivity of extracts from *Jatropha curcas* seed against *Lipaphis erysimi* [J]. *Acta Phytophyla Sin* (**植物保护学报**), 31: 289—293

Li WL (**李维莉**), Yang H (**杨辉**), Lin NY (**林南英**), *et al*, 2000. Study of the chemical constituents of seed oils from *Jatropha curcas* [J]. *J Yunnaan Univ* (Nat Sci) (**云南大学学报·自然科学版**), 22: 324

Liberalino AAA, Bambirra EA, Moraes-Santos T, *et al*, 1988. *Jatropha curcas* L. seeds: chemical analysis and toxicity [J]. *Arq Biol Tecnol*, 31 (4): 539—550

Lin J (**林娟**), Yan F (**颜钫**), Tang L (**唐琳**), *et al*, 2002. Isolation, purification and functional investigation on the N-glycosidase activity of curcin from the seeds of *Jatropha curcas* [J]. *High Techn Lett* (**高技术通讯**), 12 (11): 36—40

Lin J (**林娟**), Yan F (**颜钫**), Tang L (**唐琳**), *et al*, 2003a. Anti-tumor effects of curcin from seeds of *Jatropha curcas* [J]. *Acta Pharmacol Sin* (**中国药理学报**), 24: 241—246

Lin J (**林娟**), Chen Y (**陈钰**), Xu Y (**徐莺**), *et al*, 2003b. Cloning and expression of curcin, a ribosome-inactivationg protein from the seeds of *Jatropha curcas* [J]. *Acta Bot Sin* (**植物学报**), 45: 858—863

Lin SY, Sporer F, Wink M, *et al*, 1997. Anthraguinones in *Rheum palmatum* and *Rumex dentatus* (Polygonaceae), and phorbol ester in *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) with molluscicidal activity against the schistosome vector snails *Oncomelania*, *Biomphalaria* and *Bulinus* [J]. *Trop Med Inter Health*, 2: 179—188

Lin J (**林娟**), Zhou XW (**周选围**), Tang KX (**唐克轩**), *et al*, 2004. A survey of the studies on the resources of *Jatropha curcas* [J]. *J Trop Subtrop Bot* (**热带亚热带植物学报**), 12: 285—290

Makkar H, Becher K, Sporer F, 1997. Studies on nutritive potentiao and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas* [J]. *J Agri Food Chem*, 45: 3152—3157

Marraquin EA, Blanco JA, 1997. Clinical trial of *Jatrophia curcas* sap in the treatment of common warts [J]. *Fitoterapia*, 68 (2): 160—162

Matsuse IT, Lim YA, Hattori M, *et al*, 1999. A search for anti-viral properties in Panamanian medicinal plants. The effects on HIV and its essential enzymes [J]. *J Ethnopharmacol*, 64: 15—22

Mensier PH, Loury M, 1950. Les utilisations de l'huile de Purghère [J]. *Oléagineux*, 5: 167—170

Muanza DN, Euler KL, William L, *et al*, 1995. Screening for antitumor and anti-HIV activities of nine medicinal plants from Zaire [J]. *Inter J Pharmacognosy*, 33: 99—106

Naengchomnong W, Thebtaranonth Y, Wiriyachitra P, *et al*, 1986. Isolation and structure determination of four novel diterpenes [J]. *Tetrahedron Letters*, 27: 5675—5678

Nwosu MO, Okafor JI, 1995. Preliminary studies of the antifungal activities of some medicinal plants against *Basidiobolus* and some other pathogenic fungi [J]. *Mycoses*, 38: 194—195

Oluwole FS, Bolarinwa AF, 1997. *Jatropha curcas* extract causes anaemia in rat [J]. *Phytoterapy Res*, 11: 538—539

Openshaw K, 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant unfulfilled promise [J]. *Biomass Bioenergy*, 19: 1—15

Panigrahi S, Francis BJ, Cano LA, *et al*, 1984. Toxicity of *Jatropha curcas* seeds from Mexico to rats and mice [J]. *Nutr Rep Int*, 29: 1089—1099

Stirpe F, Pession-Brizzi A, Lorenzoni E, *et al*, 1976. Studies on the proteins from the seeds of Croton tiglium and *Jatropha curcas* [J]. *Biochem J*, 156: 1—6

Sukumaran K, Parashar BD, Rao KM, 1995. Toxicity of *Jatropha gossypiifolia* and *Vaccaria pyramidata* against freshwater snails vectors of animal schistosomiasis [J]. *Fitoterapia*, 66: 393—398

Takeda Y, 1982. Development study on *Jatropha curcas* (sabu dum) oil as a substitute for diesel engine oil in Thailand [J]. *J Agric Assoc China*, 120: 1—8

Wei Q (魏琴), Liao Y (廖毅), Zhou LJ (周黎军), *et al*, 2004. Antifungal activity of curcin from seeds of *Jatropha curcas* [J]. *Chin J Oil Crop Sci* (中国油料作物学报), 26: 71—75

Wink M, 1993. Forschungsbericht zum Projekt“Nutzung pflanzlicher le als Kraftstoffe [Z]. Consultant's report prepared for GTZ, Germany

* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

# 加入台湾华艺CEPS中文电子期刊服务声明

**《云南植物研究》期刊，自2005年1月起，加入台湾中文电子期刊服务—思博网(CEPS)。中文电子期刊服务—思博网是目前台湾地区最大的期刊全文数据库，其访问地址为：www.ceps.com.tw。自此，读者可以通过这一网址检索《云南植物研究》于2005年起各期的全文，在一段时期后，还可以回溯检索2005年前历年的全文。**

**此外，由于《云南植物研究》被CEPS收录，故凡向本刊投稿者，均视为其文稿刊登后可供思博网(CEPS)收录、转载并上网发行；其作者文章著作权使用费与稿酬一次付清，本刊不再另付其它报酬。**

**请各位继续支持本刊，谢谢！**

**《云南植物研究》编辑部**